

University of Groningen

Ruimtelijke kleurgevoeligheid van de visuele zintuigcellen van de blauwe vleesvlieg

Smakman, Jacobus Gerardus Jozef

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1985

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Smakman, J. G. J. (1985). *Ruimtelijke kleurgevoeligheid van de visuele zintuigcellen van de blauwe vleesvlieg*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Voor een goed begrip van het functioneren van een visueel systeem, zoals dat van de vlieg, is het noodzakelijk om de eigenschappen van de visuele zintuigcellen te kennen. Het in dit proefschrift beschreven onderzoek concentreert zich op de ruimtelijke gevoeligheid en de kleurgevoeligheid van de visuele zintuigcellen van de blauwe vleesvlieg Calliphora erythrocephala (M).

Visuele zintuigcellen zetten een lichtsignaal om in een elektrisch signaal. Dit elektrische signaal wordt gemeten met een intracellulaire, elektrofysiologische meetmethode. Bij deze meetmethode wordt de punt van een glas-micro-elektrode in een cel gebracht om zo de elektrische spanningsveranderingen over het celmembraan te kunnen meten. Van deze, met een micro-elektrode gepenetreerde, visuele zintuigcel kunnen dan een aantal belangrijke eigenschappen worden bepaald, zoals ruimtelijke- en kleurgevoeligheid.

In de inleiding (hoofdstuk 1) wordt het onderzoek beschreven dat de aanleiding vormde tot het bestuderen van de ruimtelijke gevoeligheid van visuele zintuigcellen, en wel het onderzoek aan de zogenaamde quantum-bumps. Een quantum-bump is het meest elementaire signaal dat door licht in een visuele zintuigcel kan worden opgewekt; het is het elektrische signaal dat wordt veroorzaakt door de absorptie van één enkel licht-quantum of foton. De gemeten frequentieverdeling van amplitude en latentietijd van bumps kan worden verklaard door aan te nemen dat naburige zintuigcellen binnen één ommatidium onderling elektrisch gekoppeld zijn. (Een ommatidium bestaat uit een facetlens met de daarachter liggende cellen.) Dit betekent dan dat cellen die elk een andere blikrichting hebben elektrische signalen aan elkaar doorgeven, hetgeen de ruimtelijke gevoeligheid van deze visuele zintuigcellen beïnvloedt. Om deze elektrische koppelingen verder te bestuderen zijn de ruimtelijke gevoeligheden van de visuele zintuigcellen onderzocht.

In hoofdstuk 2 wordt er een beschrijving gegeven van een nieuw ontwikkelde meetmethode (een "constant criterion response method") voor het nauwkeurig bepalen van ruimtelijke gevoeligheden. Nauwkeurige metingen van de ruimtelijke gevoeligheid van visuele zintuigcellen worden ernstig bemoeilijkt door het fenomeen van de lichtadaptatie. Door lichtadaptatie verandert namelijk de absolute gevoeligheid voor licht van een visuele zintuigcel tijdens een meting door voorafgaande belichtingen. Om dit probleem te omzeilen is er een meettechniek ontwikkeld waarmee het mogelijk is om de cel steeds dezelfde hoeveelheid licht te laten registreren tijdens een

meting. Dit voorkomt veranderingen van de absolute gevoeligheid voor licht van de cel waardoor er een aanzienlijke verbetering van de meetnauwkeurigheid optreedt. Deze meetmethode is in het verdere onderzoek gebruikt voor het bepalen van zowel de ruimtelijke- als de kleurgevoeligheid.

In hoofdstuk 3 wordt de invloed van de elektrische koppelingen tussen visuele zintuigcellen op de ruimtelijke gevoeligheden van deze cellen beschreven. Tijdens dit onderzoek onstond het vermoeden dat elektrische koppelingen tussen visuele zintuigcellen, zoals beschreven in de literatuur bij een aantal insectensoorten en zoals hier opnieuw gemeten, zouden kunnen berusten op een experimenteel artefact, veroorzaakt door de penetratie van de celmembraan met de micro-elektrode. Om dit te controleren zijn een groot aantal ruimtelijke gevoeligheden gemeten met verschillende soorten glas-micro-elektroden. Uit dit onderzoek blijkt inderdaad dat elektrische koppelingen tussen naburige visuele zintuigcellen worden veroorzaakt door de micro-elektroden. Waarschijnlijk ontstaan de elektrische koppelingen tussen naburige visuele zintuigcellen doordat er kleine beschadigingen en vervormingen van de celmembranen optreden tijdens de penetratie met de micro-elektrode. Met deze door de meettechniek veroorzaakte verstoringen is tot nu toe weinig rekening gehouden.

Met behulp van de in hoofdstuk 3 beschreven selectieprocedure zijn er nu echter ook glas-micro-elektroden te maken, die zeer weinig elektrische koppelingen veroorzaken. Onder andere de eigenschappen van de quantum-bumps kunnen nu dus aanzienlijk nauwkeuriger worden bepaald. Met de niet-verstorende micro-elektroden is de ruimtelijke gevoeligheid van de zogenaamde perifere visuele zintuigcellen R1 - 6 bepaald bij verschillende golflengten van het licht (hoofdstuk 4). De vorm van de curve van de ruimtelijke gevoeligheid van een enkele cel blijkt golflengte-afhankelijk te zijn. Tevens blijkt dat de ruimtelijke gevoeligheid van een lichtgeadapteerde cel, in vergelijking met die in de donkergeadapteerde situatie, smaller is. De mate van smaller worden hangt eveneens af van de golflengte van het licht. Dit smaller worden door lichtadaptatie wordt veroorzaakt door het intracellulaire pupilmechanisme.

Voor een verklaring van deze metingen is het nodig de optische eigenschappen van het rhabdomeer te begrijpen. Een rhabdomeer is een min of meer staafvormig celorganel waarin zich het visuele pigment bevindt. Doordat de optische dichtheid binnen dit organel groter is dan erbuiten gedraagt het rhabdomeer zich als een golfgeleider. De invloed van de optische eigenschappen van een golfgeleider op de ruimtelijke gevoeligheid kan berekend worden door gebruik te maken van de elektro- magnetische theorie voor optische golfgeleiders. Tevens moet bij de berekeningen de facetlens

beschouwd worden. Uit deze berekeningen blijkt dat de golflengte-afhankelijke verandering van de ruimtelijke gevoeligheid geheel kan worden toegeschreven aan de optische eigenschappen van de combinatie van facetlens en rhabdomeer. Het smaller worden van de ruimtelijke gevoeligheid bij lichtadaptie kan zo eveneens worden verklaard.

Tenslotte is de kleurgevoeligheid van de perifere visuele zintuigcellen onderzocht (hoofdstuk 5). Hierbij is gebruik gemaakt van de mogelijkheid om vliegen te kweken met sterk verschillende concentraties visueel pigment. De grote variatie in kleurgevoeligheid, gemeten bij de visuele zintuigcellen van de verschillend gekweekte vliegen, kan worden verklaard door uit te gaan van het absorptiespectrum van het visuele pigment (xanthopsine) en vervolgens in rekening te brengen: 1. de golfgeleidereigenschappen van het rhabdomeer, 2. de zelf-filterende werking van het visuele pigment (dit effect wordt belangrijk wanneer er veel visueel pigment aanwezig is), 3. de aanwezigheid van een ultraviolet-licht-absorberend pigment, dat geabsorbeerde energie overdraagt aan het visuele pigment.

Op basis van metingen en theoretische berekeningen is er een goed begrip ontstaan van de optische parameters die de ruimtelijke- en kleurgevoeligheid van de perifere visuele zintuigcellen van de vlieg bepalen.